4. Lutte intégrée contre les ravageurs et santé des cultures

Le présent chapitre traite de la santé des cultures et des outils de lutte intégrée (LI) contre les insectes, les acariens et les maladies. La lutte intégrée fait appel à toutes les stratégies de lutte disponibles pour maintenir les populations de ravageurs sous le seuil de tolérance économique. La pratique qui consistait jadis à recourir systématiquement aux pesticides pour ne courir aucun risque a engendré un certain nombre de problèmes, dont :

- la résistance des organismes visés (traitée plus en détail sous le titre *Lutte culturale* plus loin dans ce chapitre)
- des problèmes environnementaux liés à la contamination des eaux souterraines et à la pollution, qui commandent de réduire l'utilisation et l'application des pesticides à mauvais escient et de privilégier les produits les plus sûrs pour l'environnement
- des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs à la suite des risques d'exposition aux produits eux-mêmes ou aux résidus de pesticides dans les serres. Voir le chapitre 1, *Utilisation des pesticides en Ontario,* p. 1, et le chapitre 2, *Emploi sécuritaire des pesticides,* p. 13, pour plus de détails sur la façon de manipuler les pesticides sans danger.

Pour éradiquer les ravageurs et prévenir les problèmes d'infestation, la LI passe par la mise en œuvre d'un programme intégré plutôt que par un simple programme de pulvérisation de pesticides. La lutte intégrée se fonde sur les principes suivants :

- programme systématique et bien structuré de dépistage des ravageurs qui détermine le processus de prise de décision
- lutte culturale (hygiène, gestion des paramètres d'ambiance et cultivars résistants)
- lutte physique incluant l'exclusion des ravageurs au moyen de stratégies telles que le choix de plants exempts de maladies, l'installation de moustiquaires contre les insectes nuisibles volants et piégeage de masse
- lutte biologique
- lutte chimique

Le programme de lutte intégrée devrait avant tout répondre aux objectifs suivants :

- réduire les risques d'introduction des ravageurs dans la culture
- éviter de créer des conditions propices à l'établissement et à la propagation des ravageurs
- élaboration de stratégies de gestion pour la lutte contre les ravageurs s'ils s'établissent

Dépistage

Des dépistages minutieux fournissent les données fiables indispensables à la bonne gestion du programme de lutte intégrée. Les techniques de dépistage peuvent être très différentes selon qu'elles visent les insectes ou acariens d'une part ou les maladies d'autre part, mais le programme devrait viser toutes les espèces nuisibles (insectes, acariens, maladies, mauvaises herbes).

L'efficacité du dépistage repose sur la régularité des contrôles. Consigner dans un registre les résultats de chaque contrôle en vue d'une utilisation future. Les registres de dépistage peuvent servir : à prévoir les infections ou les infestations, le moment de leur apparition, l'endroit où elles se produiront et les cultures qui seront touchées; à assurer la permanence de l'information à l'intention des nouveaux employés; et à faciliter les exportations. Ils sont également utiles lorsqu'on tente d'identifier la cause d'un problème ou au moment d'effectuer une analyse de fin de saison. Voici un aperçu des données à relever :

- date;
- identification des ravageurs;
- partie de la serre où était le piège (compartiment ou section);
- nombre d'insectes piégés;
- stade évolutif (adultes, pupes, etc.);

- maladies des cultures, constatées ou soupçonnées et pourcentage de la culture touché;
- espèces et cultivars des cultures;
- stade de développement des plantes;
- traitement entrepris (pesticide employé, taux, surface traitée, date et heures, etc.);
- conditions environnementales dans la serre (température, humidité relative, conductivité électrique, pH, luminosité, ombrage, etc.)

Insectes et acariens

Les pièges collants jaunes (plaquettes ou rubans) sont les moyens les plus couramment utilisés dans les serres pour capturer de nombreuses espèces d'insectes volants. Ils se prêtent particulièrement bien au dépistage des aleurodes, des thrips, des mineuses, des mouches des terreaux, des mouches des rivages et des pucerons ailés. Par ailleurs, les pièges collants de couleur bleue se sont révélés particulièrement attrayants pour les thrips des petits fruits. Cependant, si on a affaire à plusieurs insectes nuisibles, les pièges jaunes sont préférables.

Placer une plaquette collante tous les 100 à 200 m^2 et les remplacer régulièrement. Au printemps et en été, le remplacement se fait habituellement toutes les semaines lorsqu'on prend note du nombre d'individus capturés. En hiver, lorsque les ravageurs sont moins nombreux, on peut remplacer les plaquettes moins souvent. Cependant on devra quand même prendre note des nombres d'individus toutes les semaines.

Un programme d'inspection visuelle de la culture effectué de façon systématique et structurée constitue une autre excellente méthode de dépistage trop souvent négligée. Cette inspection est indispensable au dépistage des maladies ou des acariens, des pucerons non ailés ou des stades immatures des aleurodes et des mineuses. La détection précoce des ravageurs non ailés facilite la lutte et permet parfois de circonscrire un problème par un traitement ponctuel ou une intervention localisée.

Il est conseillé de se fixer un programme d'échantillonnage régulier qui couvre bien toute la serre, y compris les aires d'entrée et les zones à risque. Se concentrer sur les cultures sensibles ou sur les zones de la serre qui sont les plus vulnérables. Là aussi, les relevés hebdomadaires s'imposent.

Maladies

Un bon programme de lutte intégrée contre les maladies intègre quelques principes et concepts universels dans le système de production global de l'espèce cultivée. Il est important de bien comprendre les principes de la lutte contre les maladies, et les stratégies qui reposent sur ces principes, et d'adapter le programme de LI à la situation particulière de la serre et à celle de la culture. Un programme de lutte contre les maladies ne se résume pas à l'application de fongicides qui, trop souvent, ne font que gommer les symptômes, sans régler le problème.

Une lutte efficace contre les maladies commence avant la mise en culture. D'abord, il est bon de connaître les maladies les plus probables si l'on veut se tenir à l'affût des problèmes. Cependant, avec la multitude de nouvelles plantes qui sont introduites chaque année, on ne connaît pas toujours la vulnérabilité de chacune aux maladies. L'expérience montre que la plupart des nouveaux végétaux sont sensibles à bon nombre des mêmes maladies que les producteurs doivent combattre depuis des décennies.

> Pour un dépistage et un diagnostic précoces, il est important de savoir reconnaître les symptômes caractéristiques des grandes maladies ayant une incidence économique.

Des opérations de dépistage périodiques et la tenue de registres fournissent des données fiables qui peuvent orienter un programme de lutte intégrée contre les maladies, pourvu que l'inspection se fasse de façon suivie et structurée. Il est aussi indispensable de faire le dépistage des maladies que d'inspecter les cultures pour voir s'il y a lieu d'arroser ou d'appliquer un régulateur de croissance. Le dépistage des maladies doit faire partie intégrante des étapes de la production. Les exploitants qui cultivent un éventail de cultures peuvent gagner du temps en se concentrant sur les cultures affichant des sensibilités connues à certaines maladies, ou aux zones de la serre plus sujettes à présenter certains problèmes (p. ex., aux abords des portes d'entrée où sévit davantage le blanc).

Pour surveiller efficacement l'apparition et l'évolution des maladies, il est important d'inspecter chaque semaine les feuilles et les fleurs (si elles sont présentes). On devrait également inspecter les racines au

moins aux deux semaines, ce qui ne présente aucun problème dans le cas des cultures en contenants, mais peut être plus difficile à réaliser dans le cas des cultures de fleurs coupées de pleine terre. Mesurer le pH et la conductivité électrique du sol (CÉ) au moins toutes les deux semaines dans chacune des cultures, car ces facteurs prédisposent souvent les racines à souffrir des attaques de différents agents responsables des pourritures des racines. À l'aide des graphiques produits par les appareils de surveillance des paramètres environnementaux, vérifier si l'HR et la température qui règnent dans la serre subissent des variations brusques, de manière à voir venir les menaces éventuelles de maladies foliaires. Une détection précoce facilite la maîtrise des maladies. Il suffit alors parfois d'une pulvérisation ou d'une intervention localisée pour enrayer le problème.

Lutte culturale

La lutte culturale inclut plusieurs stratégies dont l'hygiène, la gestion des paramètres d'ambiance et les cultivars résistants. Ces aspects sont importants, mais leur mode de mise en œuvre peut être différent selon qu'on vise des insectes ou des acariens d'une part ou des maladies d'autre part.

Hygiène

L'hygiène est la première composante de tout programme de lutte antiparasitaire. Une hygiène déficiente, qui n'élimine pas tous les points d'infection ou d'infestation, accroît les coûts du programme de lutte et diminue ses chances de réussite. Une bonne hygiène est nécessaire à toutes les étapes de la production, dans la serre et ses annexes (chaufferie, par exemple), ainsi qu'aux abords et à tous les stades de production. Un bon programme d'hygiène s'appuie sur plusieurs approches.

Hygiène de base

L'hygiène de la serre oblige à des efforts constants, toute l'année. La propreté à elle seule ne suffit pas pour enrayer les problèmes phytosanitaires, mais elle est la condition première de tout programme de lutte et doit faire partie intégrante de toutes les stratégies mises en œuvre. Les précautions suivantes sont importantes :

- Installer des pédiluves aux endroits où l'on passe d'une chapelle à l'autre, en particulier entre les chapelles consacrées à la multiplication et celles où se trouvent les plants-mères. Il est indispensable de bien entretenir les pédiluves. Se conformer au mode d'emploi du désinfectant utilisé. L'eau de Javel à usage domestique n'est pas recommandée dans les pédiluves.
- Enlever les plantes, les feuilles et les fleurs mortes fanées dès qu'on les remarque. Dans la culture du géranium, il est particulièrement important d'éliminer toutes les fleurs mortes de la serre pour réduire l'incidence de *Botrytis*. Ne pas laisser de plants malades sous les banquettes. Dans les rosiers, la cueillette de toutes les fleurs (même celles qui ne sont pas vendables) et leur évacuation de la serre peuvent jouer un rôle important dans la lutte contre les thrips.
- Jeter les plants atteints de maladies tenaces dans les poubelles commerciales et les porter au dépotoir pour réduire les sources d'inoculum.
- Pour évacuer les végétaux malades, utiliser des brouettes ou des chariots strictement réservés à cet usage. À défaut, les désinfecter après chaque usage.
- Exiger des employés qu'ils portent des gants jetables quand ils manipulent des plants malades. À défaut, exiger qu'ils se lavent les mains soigneusement avec du savon ou une lotion bactéricide avant d'entreprendre une autre tâche. De même, lorsqu'ils prélèvent des boutures, ils doivent se laver les mains ou changer de gants jetables en passant d'un cultivar à l'autre.
- Entasser les déchets de cultures normaux à bonne distance de la serre et en aval des vents dominants pour empêcher que des particules de substrat ou de tissus végétaux ne rentrent dans la serre sous l'effet du vent ou de l'aspiration par les ventilateurs. Il est préférable de recouvrir ces déchets ou, sinon, de les emporter à intervalle régulier hors de l'exploitation.
- Garder propres les allées de la serre et les surfaces des banquettes. Assainir la serre entre les cultures.
- Éviter de gardes des plantes d'intérieur ou de jardin dans la serre pendant l'hiver parce qu'elles peuvent constituer une source de maladies ou d'insectes.
- Maintenir un bon drainage pour éliminer les flaques et les surfaces humides parce qu'elles sont des lieux de reproduction idéaux pour les mouches des terreaux et les mouches des rivages. Ces insectes

nuisibles sont des vecteurs fréquents d'infection par des organismes pathogènes des racines tels que *Pythium* et *Fusarium*.

- Maintenir la serre exempte de mauvaises herbes susceptibles d'abriter des organismes pathogènes comme le virus de la tache nécrotique de l'impatiente/virus de la maladie bronzée de la tomate ainsi que d'autres virus communs. Les mauvaises herbes abritent aussi parfois des insectes qui peuvent déclencher de nouvelles infestations ou devenir des vecteurs de maladies.
- En culture sur sol, désinfecter le terreau ou le sol avant d'y installer les cultures d'hiver pour limiter la présence d'organismes pathogènes s'attaquant aux racines et au collet des plantes. Voir la rubrique *Vapeur*, p. 57.
- Désinfecter régulièrement à la vapeur les banquettes où l'on produit les plant-mères.
- Avant leur utilisation et entre les cycles, désinfecter les banquettes et les plateaux de culture des plants-mères pour éliminer les bactéries, les champignons, les insectes et les acariens.
- Utiliser des contenants propres et des substrats poreux et bien drainés qui sont moins propices aux pathogènes comme *Pythium* et *Phytophthora*.
- Utiliser des banquettes en métal déployé plutôt que des banquettes de bois pour faciliter le nettoyage et l'assainissement et limiter la propagation et la survie des pathogènes pendant la multiplication des plants.
- Balayer ou aspirer les surfaces des banquettes avant de les assainir pour assurer un maximum d'efficacité. La tourbe ou toute autre matière organique laissée sur les banquettes avant l'assainissement réduisent l'efficacité de la plupart des produits d'assainissement. Si nécessaire, laver à grande eau les banquettes et les parois de la serre avec des détergents horticoles pour détruire les algues et toute autre matière organique avant la désinfection.
- Vider et assainir le bassin collecteur où retourne la solution nutritive recyclée (si la pourriture du collet a été présente ou si l'eau recyclée n'est pas systématiquement pasteurisée) au moment de l'assainissement des sols de béton ou des rigoles pour éviter de contaminer de nouveau les aires de production.
- En passant d'un cultivar à l'autre, tremper les couteaux à bouturer dans de l'alcool à 70 % pour éviter de propager les maladies. Pour lutter contre le virus de la mosaïque du tabac, le lait est un produit efficace pour le trempage des couteaux.
- Entre les récoltes, si possible, effectuer une désinfection générale de la structure de la serre (parois), des conduites chauffantes, des allées, des banquettes et du matériel.

Produits désinfectants et nettoyants des surfaces des serres

Les produits désinfectants et nettoyants jouent un rôle important dans la prévention et la maîtrise des virus, champignons et algues pathogènes dans les serres; on devrait les utiliser de façon systématique pour le nettoyage précédant les cultures et pendant le cycle de culture pour assainir les surfaces structurales et le matériel.

Ces produits entrent dans deux catégories, produits nettoyants et les produits les désinfectants ou assainissants. Ceux qui suivent sont des produits nettoyants :

- *Horti-Klor* - agent nettoyant ou détergent chloré qu'on peut utiliser en premier lieu pour déloger les algues et les restes de plantes du matériel de conditionnement, des chaînes de conditionnement, des plateaux alvéolés et des chambres froides. Suivre le mode d'emploi du fabricant.
- *Strip-It* - formulation à base d'acide qui déloge les algues, les biofilms et l'engrais accumulés pour nettoyage de fin de cycle des structures de la serre et des systèmes d'irrigation.

Les désinfectants sont des agents oxydants à action rapide et à large spectre considérés comme des biocides peu toxiques. Il existe plusieurs types de désinfectants : hypochlorite de sodium, composés à base d'ammonium quaternaire ou de peroxyde d'hydrogène. Utiliser le matériel de sécurité adéquat pour charger, mélanger et appliquer des désinfectants selon ce qui est indiqué sur l'étiquette. Les produits suivants étaient disponibles en date de juin 2014 :

- Eau de Javel à usage domestique (hypochlorite de sodium à 5 %) - la plupart des solutions d'eau de Javel à usage domestique contiennent 5 %

d'hypochlorite de sodium (50 000 ppm de chlore disponible). Diluer l'hypochlorite de sodium à 5 % à raison de 1/100 pour créer une solution à 0,05 %. C'est le taux de dilution habituel pour la désinfection des surfaces. Opter pour une solution plus concentrée (jusqu'à 1,0 %) dans les cas d'infestations graves ou pour désinfecter des banquettes en bois ou des surfaces où il reste de grandes quantités de matière organique. Pour confectionner une solution finale de 0,5 % d'hypochlorite de sodium, mélanger 1 partie d'eau de Javel à usage domestique avec 10 parties d'eau; pour obtenir une solution à 1 %, mélanger 1 partie d'eau de Javel avec 5 parties d'eau. En présence de grandes quantités de matière organique, le chlore libre réagit rapidement pour former des chloramines, moins efficaces. L'eau de Javel dégage un gaz toxique lorsqu'on la mélange avec des détergents acides ou lorsqu'une solution non diluée est exposée au soleil. Le chlore est très efficace, mais il s'évapore rapidement lorsqu'il est mélangé à l'eau, la concentration étant réduite de 50 % en deux heures. Les vapeurs de chlore peuvent être toxiques pour les plantes. Si des plantes sont présentes dans les aires adjacentes, ventiler suffisamment. La matière organique inactive rapidement le chlore libre. Les surfaces qui ont séché rapidement peuvent libérer du chlore résiduel lorsqu'elles sont mouillées de nouveau.

- Peroxyde d'hydrogène - le peroxyde d'hydrogène à 35 % est un désinfectant efficace par oxydation pour le nettoyage et l'assainissement des surfaces des serres et des systèmes d'irrigation, mais il a une activité résiduelle moindre que les deux désinfectants ci-dessous qui sont acidifiés à l'acide peroxyacétique.
- ZeroTol - peroxyde d'hydrogène à 27 % acidifié à l'acide peroxyacétique, désinfectant efficace par oxydation pour le nettoyage et l'assainissement des surfaces dures non poreuses et des systèmes d'irrigation des serres, y compris et des banquettes et des planchers inondables pour les cultures non alimentaires.
- SaniDate 5.0 - peroxyde d'hydrogène à 23 % acidifié à l'acide peroxyacétique dont l'activité est comparable à celle de ZeroTol, homologué pour l'assainissement et la désinfection des surfaces dures non poreuses du matériel agricole, de récolte et d'emballage.
- KleenGrow - composé de chlorure d'ammonium quaternaire à large activité fongicide et bactéricide, recommandé pour la désinfection générale des surfaces dures des chaînes de conditionnement, des plateaux alvéolés et des pédiluves.
- Virkon - désinfectant non corrosif à base de monoperoxysulfate de potassium à large activité fongicide, bactéricide et virucide pour usage dans les serres et autres bâtiments agricoles.
- Les composés de chlorure d'ammonium quaternaire sont plutôt stables parce que le chlore n'y est pas volatil, mais ils désinfectent comme l'eau de Javel. Comme celle-ci également, ils sont inactivés quand ils entrent en contact avec de la matière organique. Il est donc très important d'enlever le plus possible de matière organique sur les surfaces à désinfecter.

Pasteurisation des sols

Les substrats avec sol utilisés dans les serres (sauf ceux qui sont garantis stériles ou pasteurisés par le fabricant) et les planches à base de terre servant à la culture des fleurs coupées contiennent généralement des graines de mauvaises herbes, des insectes, des bactéries et des champignons qui peuvent nuire aux plantes cultivées. Il est important de pasteuriser les substrats de cultures contenant de la terre pour éliminer ces organismes nuisibles, idéalement sans toucher les organismes utiles.

Vapeur

La vapeur est la source de chaleur la plus employée pour la pasteurisation, notamment dans les planches à base de terre pour certaines cultures de fleurs coupées. On couvre les planches d'une bâche et on injecte la vapeur directement sous celle-ci par un boyau de toile ou un tuyau de drainage en plastique souple perforé pour assurer une bonne répartition de la chaleur. Le sol doit être bien meuble et exempt de mottes et de débris de culture non décomposés pour permettre une pénétration rapide et uniforme de la vapeur.

Le tableau 4–1, *Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles,* p. 58, indique la durée nécessaire à la destruction des insectes, des mauvaises herbes et de diverses maladies à différentes températures. Il montre qu'on peut éliminer la plupart de ceux-ci à la température idéale de 60 °C pendant 30 minutes.

Tableau 4–1. Rapports durée-température nécessaires à la destruction des organismes nuisibles

Mauvaises herbes (la plupart)	70-80 °C pendant 15 min
Insectes et acariens	60-71 °C pendant 20 min
Bactéries (la plupart)	60 °C pendant 10 min
Fusarium	57 °C pendant 30 min
Botrytis	55 °C pendant 15 min
Nématodes	55 °C pendant 30 min
Rhizoctonia	52 °C pendant 30 min
Sclerotinia	50 °C pendant 5 min
Pythium	46 °C pendant 40 min

À partir de 82 °C, le traitement commence à détruire également les organismes utiles du sol. Un sol porté à une température trop élevée pendant trop longtemps devient stérile et plus vulnérable aux infections, du simple fait que tous les organismes utiles ont été détruits. Un chauffage excessif a de nombreux autres effets néfastes :

- dégagement excessif d'ammoniac;
- concentration toxique de manganèse;
- élévation de la teneur totale en sels;
- destruction de la matière organique.

Fumigants chimiques

Certains fumigants comme Basamid Granular et Vapam liquide peuvent aussi être utilisés pour pasteuriser les terreaux d'empotage ou les planches ou banquettes de culture dans les serres avant les plantations. Chacun de ces produits s'applique selon une dose particulière et agit de façon spécifique contre les insectes terricoles, les maladies, les nématodes et les mauvaises herbes. Toujours lire l'étiquette du produit, car les formulations n'ont pas toutes la même efficacité contre les différents ennemis des cultures. S'abstenir d'utiliser des fumigants quand des plants se trouvent dans d'autres parties de la serre.

Lutte contre les mauvaises herbes

Méthodes

La lutte contre les mauvaises herbes à l'extérieur et à l'intérieur de la serre est une des facettes importantes de tout programme de lutte antiparasitaire. Les mauvaises herbes peuvent servir de refuge pour les insectes et acariens nuisibles et peuvent constituer un réservoir pour les maladies. Une lisière de gazon bien entretenu ou exempte de végétation d'une largeur de 3 m autour des serres et entre celles-ci diminuera les risques d'invasion d'insectes et de maladies provenant de l'extérieur. On a constaté que la fétuque est la graminée que les thrips des petits fruits aiment le moins. Cette information peut être utile quand vient le temps de décider des espèces à gazon à semer autour des serres. Certains ravageurs réglementés, comme le scarabée japonais, sont visés par des exigences particulières concernant le périmètre extérieur des serres. Voir le chapitre 6, *Ravageurs occasionnels,* p. 87, ou communiquer avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments (voir l'annexe D, *Autres ressources,* p. 173).

Vapeur

La pasteurisation du sol à la vapeur élimine les mauvaises herbes annuelles sans rhizomes et la plupart des graines de mauvaises herbes si la température du sol peut être maintenue entre 70 et 80 °C pendant 15 minutes. Par contre, les graines à tégument résistant ainsi que celles qui se trouvent en périphérie de la bâche sous laquelle on injecte la vapeur et celles qui se trouvent dans la couche de transition entre le sol à la bonne température et le sol plus frais parviennent parfois à survivre.

Fumigation du sol

Le métam-sodium (Vapam) et le dazomet (Basamid) sont utiles pour traiter des planches de culture et des terreaux d'empotage. Ces produits se dégradent dans le sol pour produire un gaz qui détruit beaucoup de graines de mauvaises herbes ainsi que les nématodes et les champignons responsables de la fonte des semis et d'autres maladies des plantes. Ne pas les utiliser si des plants se trouvent dans d'autres zones de la serre.

Herbicides

La publication 75F du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), *Guide de lutte contre les mauvaises herbes,* distribué par les Centres de ressources agricoles de ce ministère et par ServiceOntario – Publications, présente des renseignements sur les herbicides homologués en Ontario. Les traitements mentionnés dans cette publication font l'objet de multiples essais en plein champ et d'observations en conditions réelles. Les herbicides (p. ex. ceux qui contiennent du glyphosate) peuvent être particulièrement utiles pour lutter contre les mauvaises herbes à l'extérieur des serres; cependant il n'existe actuellement qu'un seul produit (EcoClear, dont la matière active est l'acide acétique) homologué pour utilisation dans les serres. À l'intérieur des serres, combattre les mauvaises herbes quand elles sont encore jeunes pour éviter qu'elles ne montent à graines. Dans les installations de production de plantes à massif cultivées sur le sol, recouvrir la surface du sol d'une toile noire afin d'empêcher le plus possible les mauvaises herbes de pousser. Dans les serres, on peut aussi employer diverses autres méthodes comme le labour, le désherbage manuel ou le brûlage.

Les herbicides risquent par ailleurs d'endommager les cultures s'ils sont employés à mauvais escient. Toujours éteindre les ventilateurs et fermer les prises d'air des parois pendant l'application d'un herbicide pour éviter qu'il ne soit aspiré à l'intérieur de la serre. Ne pas utiliser d'herbicides de type phénoxy près des prises d'air d'une serre en raison de la volatilité de ces produits. Respecter à la lettre les consignes du *Guide de lutte contre les mauvaises herbes* relativement à l'utilisation des produits chimiques, aux mesures de sécurité ainsi qu'au réglage, à l'entretien et à l'utilisation des pulvérisateurs. Si l'on soupçonne que des dommages ont été causés à des cultures par la dérive d'un herbicide pulvérisé en dehors de l'exploitation, communiquer avec un bureau du ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique (voir l'annexe B, *Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario – Coordonnées des bureaux régionaux*, p. 171).

Lorsque des résidus indésirables de pesticide persistent dans le sol, une application de charbon activé peut réduire le problème. La dose à laquelle on applique le charbon varie en fonction du type de contaminant chimique et de sa concentration. Elle est habituellement comprise entre 0,5 et 1,5 kg/100 m².

Gestion des paramètres d'ambiance

Les paramètres environnementaux tels que l'éclairage, la température de l'air et des plants, l'humidité relative, la ventilation, la composition du substrat, le pH et la conductivité électrique, ainsi que l'état nutritionnel de la culture, exercent une influence sur l'état de santé des plantes, mais aussi sur les maladies et organismes nuisibles. Le réglage des paramètres d'ambiance aux fins de la lutte contre les maladies est une opération complexe à cause de leurs effets simultanés sur la culture. Chaque situation est particulière et demande à être examinée soigneusement.

Il importe de bien comprendre les exigences culturales et environnementales des cultures. Un stress chronique, par exemple une croissance en présence d'une humidité insuffisante ou excessive, rend les plantes plus vulnérable aux attaques de ces pathogènes. Les plantes subissent un stress lorsque le producteur n'assure pas un environnement adéquat aux racines et/ou aux pousses d'une production donnée.

Le triangle de la maladie

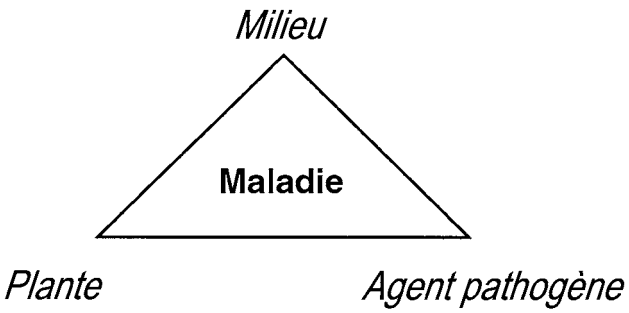
La gestion des paramètres d'ambiance et ses répercussions sur la culture sont intimement liées à la lutte contre les maladies. La figure 4-1, *Triangle de la maladie*, p. 60, illustre l'importance des trois facteurs nécessaires à l'apparition de la maladie :

- présence d'un pathogène ou d'un organisme provoquant la maladie (p. ex. champignon, virus ou bactérie)
- plante vulnérable à l'infection par ce pathogène
- milieu adéquat dans lequel les deux premiers facteurs pourront interagir

La maladie ne peut pas se déclarer si l'un de ces trois facteurs est absent; cependant, dans certains cas, il faut prendre en compte un quatrième facteur. Certaines maladies, causées notamment par des virus et des viroïdes, sont principalement propagées par des insectes. Par exemple, les pucerons propagent la jaunisse de l'aster dans les chrysanthèmes, alors que les

thrips des petits fruits propagent le virus de la tache nécrotique de l'impatiente ou le virus de la maladie bronzée de la tomate. Les mouches des terreaux peuvent propager les spores de *Pythium*. Leurs larves endommagent les jeunes racines en s'alimentant. Les larves des mouches des terreaux hébergent fréquemment les oospores de *Pythium* (spores sexuées à paroi épaisse) dans leur système digestif et en assurent ainsi la dissémination. Les adultes peuvent aussi transporter cet organisme pathogène sur leurs pattes et leurs pièces buccales. La maîtrise des algues par des pratiques d'arrosage judicieuses et un drainage adéquat des zones situées sous les banquettes permettent d'abaisser les populations de mouches des terreaux et de mouches des rivages ainsi que de limiter la propagation des agents pathogènes. Dans ces cas, la maîtrise de l'insecte vecteur a pour effet d'éliminer l'intermédiaire qui permet l'infection de la plante. Pour ce qui est de la maîtrise des vecteurs, prendre en considération l'ensemble des stratégies de lutte intégrée dont il est question dans le présent chapitre.

Figure 4–1. Triangle de la maladie



Les cultures ne tolèrent pas toutes les mêmes conditions de croissance ou le même mode de gestion de l'eau. Par exemple, le lis de Pâques et la primevère ont des besoins très différents. Les racines du lis de Pâques ne tolèrent pas un substrat ou sol détrempé et peu oxygéné alors que les racines de la primevère ne tolèrent pas un substrat sec.

Thielaviopsis basicola s'attaque à la pervenche utilisée comme plante à massif lorsque l'air et le substrat sont frais (15-17 °C), mais rarement à des températures dépassant 21 à 22 °C. Cependant ce même agent pathogène infecte les pensées et les violettes lorsque la température dépasse 25 à 26 °C, que le pH du substrat est élevé (plus de 6,5) et que l'hygiène est en général déficiente.

Réduire le taux de fertilisation lorsque la teneur en sels solubles est élevée (ÉC). La définition d'une teneur élevée en sels varie selon les cultures et leur stade de développement (voir chapitre 3, *Eau, substrat et fertilisation*, p. 25). Les fortes teneurs en sels endommagent les poils racinaires et les jeunes racines par dessiccation. Ces lésions deviennent des points d'entrée pour des pathogènes tels que *Pythium* et *Fusarium*.

Si des maladies foliaires se déclarent régulièrement, réexaminer les réglages de température, d'humidité relative et de ventilation ainsi que l'arrosage. On peut souvent diminuer l'incidence des maladies foliaires en relevant la température dans la serre la nuit, en relevant le seuil minimal de la température des conduites chauffantes en hauteur, en abaissant la température des conduites chauffantes sous les tables ou en entrouvrant les écrans d'obscurcissement ou thermiques pour assurer un renouvellement périodique de l'air pendant la nuit.

Le milieu dans lequel la plante se trouve comprend le sol ou le substrat de croissance dans lequel les racines se développent, et le milieu au-dessus du sol, c'est-à-dire l'air où les pousses, les feuilles et les fleurs apparaissent et se développent.

En ce qui a trait au sol ou au substrat, voici certaines des caractéristiques à surveiller :

- pH du substrat - influence fortement la disponibilité des oligo-éléments comme le fer et le manganèse, et peut avoir un effet sur le développement du système racinaire dans le substrat.
- Concentrations et équilibre des éléments nutritifs - ces facteurs influencent la composition des tissus végétaux et peuvent déclencher l'apparition de symptômes de toxicité ou de carence. Les tissus sont généralement plus sensibles aux attaques des agents pathogènes.
- CÉ (conductivité électrique créée par les sels solubles) - une CÉ élevée peut endommager les poils racinaires et créer des lésions qui seront envahies par les organismes pathogènes des racines.

- Capacité de rétention d'eau - le substrat doit retenir suffisamment d'eau disponible pour empêcher les racines de sécher une fois que le système racinaire est confiné à un pot.
- La texture du substrat qui doit permettre un bon drainage - une bonne mousse à fibres grossières est nécessaire pour assurer une aération suffisante quand le substrat atteint sa capacité de rétention d'eau maximale, de façon à prévenir la saturation en eau et l'asphyxie des racines.
- Oxygénation - une aération convenable du substrat est primordiale pour une croissance racinaire saine, pour l'absorption des éléments nutritifs et la prévention de l'exposition temporaire des racines à des conditions anaérobies.
- Température du substrat - les racines se développent mieux à des températures légèrement plus basses que celles qui sont requises pour la croissance des parties aériennes. Dans la plupart des cultures, de nombreuses racines meurent si la température du substrat s'élève à plus de 26-28 °C. Cet aspect revêt une certaine importance pendant les grandes chaleurs estivales lorsque les plantes sont cultivées dans des systèmes de sub-irrigation sur des cuves en métal ou des planchers de béton.

Pour ce qui est du milieu ambiant des parties aériennes, il faut surveiller ce qui suit :

- Intensité lumineuse - l'exposition de plantes qui ont besoin de beaucoup de lumière à de faibles intensités lumineuses ou à une ombre épaisse donne souvent des plants mous et faibles qui sont plus sensibles aux agents pathogènes provoquant la pourriture des feuilles.
- Température - des plantes qui, durant leur croissance, sont exposées à des températures supérieures ou inférieures à la température optimale affichent souvent une incidence accrue de maladies racinaires et foliaires. Par exemple, si des cultures traditionnellement considérées comme des cultures de saison froide sont cultivées pendant les périodes chaudes de l'année, elles sont généralement plus sensibles aux organismes qui provoquent la pourriture du collet ou la pourriture des racines.
- Circulation d'air - les schémas de circulation d'air dans la serre influencent la gravité des infections de blanc et de pourriture grise. Les portes ouvertes qui créent des courants d'air et des variations de température de l'air et du feuillage, ou encore les ventilateurs à circulation horizontale mal placés qui créent de la turbulence ou des courants descendants devant l'appareil ont pour effet d'augmenter la gravité des maladies foliaires. Une circulation d'air insuffisante peut aussi augmenter l'incidence des maladies foliaires en raison de l'humidité relative élevée qui se forme alors à l'intérieur du feuillage.
- Humidité relative (HR) - les variations d'humidité relative et les humidités relatives élevées la nuit (supérieures à 90 %) font augmenter l'incidence des maladies foliaires.
- Qualité de l'air - un niveau de pollution de l'air faible mais constant, souvent lié aux hydrocarbures comme le propylène, le propane ou le gaz naturel provenant de fuites ou d'une combustion incomplète dans des appareils de chauffage peut produire chez les plantes des réactions semblables à celles qui sont produites par l'éthylène : sénescence précoce des vieilles feuilles et fleurs, tissu plus vulnérable aux champignons opportunistes comme *Botrytis*.

Connaître et comprendre les conditions nécessaires à une croissance optimale de la culture ainsi que les principales maladies de cette culture :

- Éviter les extrêmes et, surtout, les changements brusques d'humidité relative, afin de limiter les conditions propices à la prolifération du champignon *Botrytis*, du blanc et du mildiou. L'humidité peut aussi jouer un rôle important dans l'apparition d'infestations de ravageurs tels que les tétranyques.
- Les températures des surfaces foliaires sont plus basses dans les serres en plastique que dans celles en verre, notamment la nuit, parce que la perte de chaleur par rayonnement rouge lointain est plus importante.
- Assurer une bonne circulation d'air (assez, mais pas trop) dans toutes les zones de la serre pour que la température soit uniforme partout. On évite ainsi la condensation sur les plantes, surtout la nuit, qui crée des conditions idéales pour l'apparition du blanc et de *Botrytis*.

- Éviter autant que possible de soumettre la culture à des conditions extrêmes. Par exemple, dans le cas des cyclamens, la combinaison de forte chaleur et de surfertilisation favorise la pourriture du collet et des racines par *Fusarium*, et la combinaison de forte chaleur et de forte humidité relative rend les boutures vulnérables aux attaques de *Rhizoctonia* pendant pou juste après la multiplication. Éviter aussi les températures basses qui favorisent la prolifération de *Pythium* dans les cultures qui ont besoin de chaleur.

Connaître et comprendre les conditions nécessaires à une croissance optimale de la culture et les principaux insectes et acariens ravageurs de cette culture :

- Pendant l'hiver, la durée du développement et la mortalité des immatures s'accroissent chez les insectes comme les thrips. Ils semblent également moins mobiles, de sorte que les plaquettes jaunes encollées peuvent ne pas en capturer autant, même lorsqu'ils sont présents et s'alimentent activement dans la culture.
- Si la serre est vide entre les cultures, un traitement par la chaleur éliminera efficacement les infestations. On vient à bout des insectes et des acariens nuisibles en maintenant la température à 40-42 °C et l'humidité en deçà de 50 % pendant 3-4 jours. Ce procédé est simple à appliquer pendant les mois d'été puisqu'il suffit de fermer les prises d'air pour atteindre les températures souhaitées. Remarque : Une forte chaleur peut déformer ou fendre les tubulures en plastique.

Cultivars résistants

De nombreuses espèces végétales ont, à l'égard des maladies et des ravageurs, une vulnérabilité qui varie selon le cultivar. L'amélioration génétique des cultures a mis à la disposition des producteurs des cultivars résistants à un ou plusieurs insectes ou maladies. Ainsi, les pourritures fusariennes du collet et des racines sont rarement un problème pour les producteurs de tomates de serre parce qu'il existe maintenant des cultivars résistants. De la même façon, on utilise de plus en plus des cultivars de concombre résistants au blanc. La sélection génétique axée sur la résistance aux parasites n'a pas encore été pleinement utilisée dans le domaine des cultures ornementales, mais elle ouvre la voie à des progrès en lutte antiparasitaire.

En attendant, les producteurs aux prises avec des problèmes phytosanitaires peuvent améliorer leur programme de lutte en faisant attention au choix des cultivars et à la façon dont ceux-ci sont affectés par les ennemis des cultures. Les producteurs peuvent également se servir des cultivars sensibles comme plantes sentinelles qui signalent la présence de ravageurs et de maladies (p. ex., la couleur de leurs fleurs peut attirer davantage les thrips). Pour mener une lutte efficace et réduire la quantité de pesticides utilisés, faire des pulvérisations localisées des cultivars sensibles dès que les infections ou infestations apparaissent, ou encore utiliser les cultivars sensibles comme appâts dans le cadre de programmes de lutte biologique. Bien que le choix des cultivars soit surtout dicté par les exigences du marché que l'on dessert, on peut quand même envisager de cesser ou de réduire la production d'un cultivar vulnérable au profit d'un autre plus résistant.

Lutte physique

La lutte physique contre les insectes, les acariens et les maladies peut revêtir de nombreuses formes :

- attention accordée au nouveau matériel végétal;
- prévention de l'entrée des populations de ravageurs établies à l'extérieur;
- lutte contre les populations de ravageurs une fois qu'elles sont établies dans la serre.

Biosécurité

La biosécurité vise à protéger une zone géographique ou une installation des ravageurs et des maladies. Elle passe par la réduction des risques d'introduction de nouveaux ennemis des cultures et l'éradication ou une maîtrise efficace de ceux qui sont déjà présents. Le temps que les producteurs consacrent à la mise en place des mesures inspirées du bon sens et destinées à prévenir l'introduction d'organismes nuisibles et de maladies sur leur exploitation est un bon investissement. Dans le secteur de la floriculture pratiquée en serre, ces mesures supposent de bonnes pratiques d'hygiène pour l'installation entre les cycles de production et pendant ceux-ci, à savoir l'entretien des pédiluves, l'inspection approfondie des boutures qui arrivent et la mise en place des autres stratégies

de lutte intégrée décrites dans le présent chapitre. La mise en œuvre d'un protocole de biosécurité visant les visiteurs qui pénètrent dans les installations joue aussi un rôle important dans la réduction des risques d'introduction et d'établissement de ravageurs et de nouvelles maladies, qu'ils soient communs ou nouveaux.

Propreté du matériel végétal

L'achat de boutures chez des producteurs de plants mères ou des sélectionneurs spécialisés réduit le risque d'introduction de maladies dans une exploitation serricole. Si possible, isoler le nouveau matériel végétal pour réduire les chances de contamination.

Changer de boutures régulièrement, soit tous les trois ou six mois, selon la culture. Ne pas conserver des stocks de plantes à massif d'une saison à l'autre.

Ne pas apporter les jeunes boutures propres dans la zone de production tant que les anciennes n'ont pas été enlevées et que la zone n'a pas été assainie.

Installation de moustiquaires

L'installation de moustiquaires permet de réduire fortement le risque d'entrée de ravageurs communs des serres comme les thrips, les pucerons et les aleurodes ainsi que de certains ravageurs moins communs comme la punaise terne et la pyrale du maïs qui peuvent poser de graves problèmes lorsque l'emploi de pesticides est réduit (p. ex. programmes de lutte biologique). Les avantages de l'installation de moustiquaires ont été démontrés en Israël et en Californie. En Ontario, les producteurs qui ont installé des moustiquaires ont signalé une diminution du nombre de de ravageurs et des quantités de pesticides employées, ainsi qu'une amélioration de l'efficacité des mesures de lutte contre les ravageurs (notamment biologiques).

Pour le producteur qui envisage d'équiper une serre de moustiquaires, la principale considération à prendre en compte est la nature des ravageurs qu'il veut exclure. C'est la taille de ce ravageur qui détermine la taille du grillage. Les moustiquaires à larges mailles qui équipent généralement les maisons ne suffisent pas à arrêter la plupart des principaux ravageurs des serres. Cependant ils peuvent exclure des espèces occasionnelles plus grosses telles que la punaise terne et les lépidoptères (papillons). Pour exclure totalement des insectes de plus petite taille tels que les thrips, les moustiquaires doivent avoir des mailles beaucoup plus fines. En présence de plusieurs ravageurs, la taille des mailles doit permettre d'arrêter le plus petit d'entre eux.

La réduction du flux d'air résultant de l'installation de moustiquaires est l'un des grands problèmes qui se posent aux serriculteurs. La serre peut surchauffer et les moteurs des ventilateurs peuvent subir un stress (dans le cas des serres équipées de ventilateurs); ceux-ci peuvent forcer s'ils doivent propulser la même quantité d'air par des prises d'air qui sont partiellement obstruées. Cette diminution de la ventilation est un réel problème, mais on peut y remédier en accroissant la superficie de la prise d'air. Dans de nombreux cas on est arrivé au résultat recherché en construisant un cadre recouvert de moustiquaire autour de la prise d'air. L'objectif est de faire en sorte que la superficie finale de la prise d'air permette un échange d'air suffisant pour refroidir suffisamment la serre. Il existe plusieurs méthodes de calcul de l'accroissement nécessaire de la superficie des prises d'air pour une serre donnée, mais il faut prendre en compte des facteurs tels que la taille des mailles de la moustiquaire, la capacité du ventilateur et la chute de pression statique (écart de pression d'air entre l'intérieur et l'extérieur de la serre lorsque les ventilateurs sont en marche). Bien qu'il existe des programmes informatiques pour faire ces calculs, ceux-ci peuvent être complexes et il est préférable de les laisser aux fabricants de moustiquaires.

Les moustiquaires à petites mailles sont exposées au colmatage par la poussière et d'autres débris, notamment en été. Les nettoyer régulièrement parce que ce colmatage gêne le passage de l'air et peut mener à une surchauffe de la serre. Dans la conception de la moustiquaire, il est également important de prévoir un accès facile pour en faciliter le nettoyage. Les laver à partir de l'intérieur avec un boyau sous pression. Ne pas effectuer cette opération lorsque les ventilateurs sont en marche parce que l'eau boucherait les mailles et interromprait totalement le flux d'air, ce qui mènerait à une surchauffe de la serre.

L'efficacité de la moustiquaire dépend de sa capacité à exclure les insectes volants. Réparer les déchirures et les trous aussitôt que possible pour éviter l'entrée des ravageurs. On peut réparer les petites déchirures en collant un morceau de moustiquaire par-dessus.

Le coût de l'installation de moustiquaires dépend de plusieurs facteurs : conception finale du dispositif, accroissement de la superficie nécessaire pour maintenir une ventilation adéquate, coût des moustiquaires, si les prises d'air de toit ou latérales doivent être pourvues de moustiquaires, fréquence de remplacement, fréquence de nettoyage, etc. La variable la plus importante est l'écart de coût entre l'installation de moustiquaires pour une serre pourvue de ventilateurs et à prises d'air latérales d'une part et une serre à ventilation passive pourvue de prises d'air de toit d'autre part. Cependant les rapports des producteurs qui ont installé des moustiquaires sur des prises d'air latérales dans des serres équipées de ventilateurs suggèrent un amortissement rapide par la réduction du coût des pesticides, ainsi que l'amélioration de la lutte contre les ravageurs.

Pour plus d'information, voir la fiche technique du MAAARO *Pose de moustiquaires pour exclure les insectes des serres*.

Autres mesures de lutte physique

Les modes de lutte physique contre les ravageurs établis comprennent l'élimination des plantes malades ou infestées, comme on l'a vu plus haut. Une autre méthode de lutte contre les insectes volants peut être l'emploi de rubans collants jaunes ou de plaquettes jaunes encollées en grand nombre. Le principe est le même que pour le dépistage à l'aide de plaquettes encollées. Étirés le long des planches ou des banquettes ou suspendus au-dessus de la culture, les rubans peuvent jouer un rôle complémentaire important lorsqu'ils sont utilisés conjointement avec d'autres moyens de lutte.

Lutte biologique

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants (insectes, acariens, nématodes, champignons et bactéries) pour combattre les ennemis des cultures (insectes, acariens, maladies). Elle requiert des approches très différentes selon qu'on doive lutter contre des insectes ou des acariens d'une part ou des maladies d'autre part.

Lutte biologique contre les insectes et les acariens

Bien qu'elle soit largement utilisée dans les cultures de légumes de serre depuis de nombreuses années, ce n'est que depuis le milieu des années 2000 qu'elle est devenue la stratégie de lutte prédominante dans les cultures ornementales. Les agents de lutte biologique les plus employés sont des insectes prédateurs et parasites ainsi que des acariens prédateurs, cependant il existe maintenant un nombre croissant d'agents microbiens (p. ex. champignons, bactéries). Le tableau 4–2, *Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées,* p. 66, dresse une liste des ennemis naturels offerts sur le marché pour lutter contre des insectes et des acariens nuisibles en floriculture de serre.

La lutte biologique ne se réduit pas à lâcher des parasites ou des prédateurs dans la serre. Pour qu'elle fonctionne, il est important d'en planifier les étapes au moins plusieurs mois à l'avance. En voici les grandes étapes :

1. Établir la liste des ressources sur lesquelles s'appuyer pour élaborer le programme (fabricants ou fournisseurs d'agents de lutte biologique, autres producteurs, spécialistes en vulgarisation, chercheurs, consultants). Participer à des cours, à des séminaires, à des ateliers, lire des magazines et des bulletins, naviguer sur Internet pour glaner le plus d'information possible sur la lutte biologique. Déterminer quels sont les insectes nuisibles à combattre et quels sont leurs ennemis naturels les plus efficaces.

2. Si possible, commencer à appliquer le programme dans une section restreinte et isolée de la serre pour pouvoir y exercer une surveillance étroite et se faire la main avant d'appliquer les principes de la lutte biologique à plus grande échelle. Une fois qu'on atteint un certain niveau de confiance dans la lutte biologique, on peut étendre son utilisation à d'autres parties de l'exploitation.

3. Si possible, fermer par des moustiquaires la section de la serre où les essais ont lieu. Les arrivées dans la serre d'organismes nuisibles varient d'une année à l'autre et sont impossibles à prévoir. Certaines invasions peuvent déborder les ennemis naturels utilisés dans le programme de lutte biologique. Avec la pose de moustiquaires, il n'y a lieu de se soucier

que des insectes qui se trouvent dans la serre. Voir la rubrique *Installation de moustiquaires*, p. 63.

4. Informer tous les employés du programme de lutte biologique et de ses raisons. Comme ils passent leur journée dans la serre à vaquer aux travaux courants, s'ils sont adéquatement formés, ils peuvent diagnostiquer des problèmes à un stade très précoce.

5. De nombreux pesticides homologués peuvent avoir un effet rémanent à long terme (2-3 mois) et peuvent nuire à l'établissement des ennemis naturels. Consulter le registre des traitements des derniers mois. Si des pesticides persistants ont été utilisés, attendre que leur effet se soit dissipé avant d'introduire des agents de lutte biologique. En attendant, utiliser le cas échéant des produits moins persistants pour lutter contre les insectes nuisibles et les maladies. Les sites de Biobest *(www.biobest.be)* et de Koppert *(www.koppert.com)* contiennent des informations sur les effets secondaires de nombreux pesticides sur les agents de lutte biologique.

6. S'informer auprès du fournisseur sur la façon de vérifier les agents de lutte biologique à leur livraison, afin de déterminer s'ils sont bien vivants et bien portants. La qualité des ennemis naturels produits par les principaux insectariums est excellente, mais des problèmes peuvent survenir en cours de transport. Il est important de signaler les problèmes de qualité aux fournisseurs, afin qu'ils en découvrent les causes et y remédient.

7. Suivre les directives du fournisseur concernant l'entreposage des ennemis naturels et les conditions de leur lâcher. Beaucoup d'entre eux ne peuvent être conservés que pendant un court laps de temps dans des conditions relativement précises.

8. Surveiller les populations d'ennemis naturels et le déroulement du programme. Cette surveillance est tout aussi importante que celle des populations des ravageurs visés.

Employer des plaquettes encollées pour surveiller les insectes ailés, notamment les guêpes parasites; savoir que certaines espèces utiles (p. ex., *Eretmocerus* pour la lutte contre les aleurodes) sont très attirées par le jaune et que l'installation d'un grand nombre de plaquettes risque donc de les décimer.

Surveiller les effets de l'ennemi naturel sur le ravageur; c'est chose facile dans le cas notamment du parasitisme de l'aleurode par *Encarsia* ou du parasitisme des pucerons par la guêpe *Aphidius*.

Faire une inspection visuelle de la culture afin de repérer les ennemis naturels, tels les acariens prédateurs, qui ne volent pas. Inspecter la culture, surtout aux endroits où les ravageurs sont plus nombreux.

Faire une surveillance périodique des ravageurs à combattre pour voir si leurs populations sont en baisse.

9. Recourir, s'il le faut, à des pesticides compatibles avec le programme biologique. Se renseigner sur les produits qui conviennent, avant de commencer le programme, afin de s'assurer de pouvoir se les procurer en cas de besoin. Consulter les fournisseurs d'agents de lutte biologique pour en savoir plus sur la compatibilité des pesticides.

10. Faire preuve de patience. Il faut du temps et une certaine expérience pour comprendre et mettre en œuvre un système de lutte biologique efficace. Si le programme ne fonctionne pas comme prévu, consulter des personnes expérimentées.

Pour plus de détails sur la mise en œuvre des méthodes de lutte biologique ou sur les parasites ou les prédateurs distribués dans le commerce, consulter un spécialiste de la floriculture en serre ou un consultant du secteur privé.

Faire preuve de prudence lorsqu'on se sert de pesticides avec des agents de lutte biologique parce que la plupart des pesticides sont toxiques pour les insectes utiles. Un seul traitement avec un pesticide nocif pour les insectes utiles peut empêcher le producteur de recourir à ces derniers pendant une longue période. Pour connaître en savoir plus, communiquer avec les fournisseurs d'agents de lutte biologique ou consulter les listes diffusées sur Internet par Biobest *(www.biobest.be)* et Koppert *(www.koppert.com)*.

Tableau 4–2. Agents de lutte biologique contre les principaux ravageurs des cultures abritées

Ennemi	Agent de lutte biologique
Aleurodes (*Trialeurodes vaporariorum* et/ou *Bemisia argentifolii, Bemisia tabaci*)	*Encarsia formosa*[1] *Eretmocerus eremicus*[1] *Eretmocerus mundus*[1] *Amblyseius swirskii*[2] *Amblydromalus limonicus*[2] *Delphastus catalinae*[2] *Dicyphus hesperus*[2] *Beauveria bassiana*[3] *Paecilomyces fumosoroseus*[3]
Tétranyque (*Tetranychus urticae*)	*Phytoseiulus persimilis*[2] *Amblyseius fallacis*[2] *Amblyseius californicus*[2] *Amblyseius andersoni*[2] *Feltiella acarisuga*[2] *Stethorus punctillum*[2]
Thrips des petits fruits (*Frankliniella occidentalis*)	*Neoseiulus cucumeris*[2] *Amblyseius swirskii*[2] *Amblydromalus limonicus*[2] *Iphesius degenerans*[2] *Orius spp.*[2] *Hypoaspis spp.*[2] *Dalotia (Atheta) coriaria*[2] *Nématodes – Steinernema feltiae* *Beauveria bassiana*[3] *Paecilomyces fumosoroseus*[3] *Metarhizium anisopliae*[3]
Pucerons, y compris : puceron vert du pêcher (*Myzus persicae*), puceron du melon (*Aphis gossypii*), puceron de la digitale (*Aulacorthum solani*), puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae*)	*Aphidius spp.*[1] *Aphelinus abdominalis*[1] *Aphidoletes aphidimyza*[2] *Coccinelles (Harmonia et Hippodamia)*[2] *Chrysopes*[2] *Beauveria bassiana*[3]
Mouches des terreaux (*Bradysia* et *Corynoptera* spp.)	*Stratiolaelaps (Hypoaspis) spp.*[2] *Gaeolaelaps (Hypoaspis) spp.*[2] *Nématodes – Steinernema spp.* *Dalotia (Atheta) coriaria*[2]
Mineuse (*Liriomyza trifolii*)	*Diglyphus isaea*[1] *Dacnusa sibirica*[1]

[1] Parasitoïde : Accomplit habituellement tout son cycle évolutif aux dépens d'un seul hôte à la surface ou à l'intérieur duquel il vit et dont il provoque souvent la mort.
[2] Prédateur : S'empare de sa proie (un ravageur) pour s'en nourrir, mais en dehors de cela, sa vie est indépendante du ravageur. Pour parvenir à maturité, il devra dévorer plusieurs proies.
[3] Agent microbien.

Lutte biologique contre les maladies

La lutte biologique contre les maladies repose sur l'utilisation de champignons et de bactéries d'origine naturelle qui ont un fort effet répresseur sur les organismes pathogènes sans nuire à la culture. Les mécanismes mis en œuvre sont la compétition, l'antibiose, le parasitisme ou la résistance induite. L'emploi de la plupart des produits de lutte biologique doit être envisagé de façon préventive ou suppressive, et il doit commencer au moment de la mise en terre de la culture. À noter que les étiquettes parlent non pas de maîtrise mais de maîtrise partielle des maladies.

Voici une liste de fongicides microbiens ou biorationnels homologués au Canada pour utilisation sur des cultures ornementales en serre. Pour les maladies des racines :

- Actinovate SP contient la souche bactérienne de Streptomyces lydicus WYEC 108; il est homologué pour la maîtrise partielle de la pourriture du collet et des racines du géranium causée par *Rhizoctonia*, le pourridié pythien du pétunia et la flétrissure fusarienne du cyclamen. À appliquer soit lors de la mise en terre des boutures, soit à la transplantation; répéter le traitement toutes les 4 à 12 semaines selon la pression exercée par la maladie.

- Mycostop est homologué comme biofongicide pour la maîtrise partielle de la fonte des semis causée par *Pythium*, de la pourriture des racines et des collets causée par Phytophthora, et de la flétrissure causée par *Fusarium* dans les cultures ornementales de serre. La bactérie terricole qui en est l'ingrédient actif, *Streptomyces griseoviridis* K61, exerce son action fongicide par hyperparasitisme (elle prive le champignon pathogène de nourriture en le devançant dans la colonisation des racines des végétaux) et par synthèse de substances antibiotiques qui inhibent sa croissance. Comme Mycostop a une action préventive, on doit l'appliquer sous forme de solution dont on arrose abondamment le substrat immédiatement après l'empotage. Répéter le traitement toutes les 3 à 6 semaines, selon la pression exercée par la maladie.

- Rootshield est homologué bomme biofongicide pour la maîtrise partielle de *Fusarium, Pythium* et *Rhizoctonia* dans toutes les cultures ornementales. La souche du champignon *Trichoderma harzianum* KRL-AG2, présente à l'état naturel, exerce son action protectrice en colonisant la surface des racines et la rhizosphère et en assimilant les déchets

que les racines produisent pendant leur croissance normale. Elle parasite également les champignons pathogènes en libérant des enzymes qui dégradent leurs parois cellulaires. Appliquer ce biofongicide immédiatement après la germination, l'enracinement ou la mise en place des boutures végétatives. Il en existe deux formulations: l'une en granulés qu'on incorpore au substrat, et l'autre qui s'applique par bassinage des nouveaux semis ou des nouvelles boutures à intervalle régulier.

- Prestop WP est homologué comme biofongicide de contact appliqué par incorporation dans le substrat ou par bassinage pendant la propagation pour la maîtrise partielle de la fonte des semis causée par *Pythium* spp. et *Rhizoctonia* sur diverses plantes ornementales, divers légumes et diverses plantes herbacées à massif. Pendant la phase de croissance, appliquer sous forme de bassinage pour une maîtrise partielle de *Pythium* spp. sur les plants transplantés de nombreuses espèces de légumes et pour lutter contre la pourriture du collet et de la racine causée par Phytophthora cryptogea sur de nombreuses plantes ornementales de serre. L'ingrédient actif est la souche de *Gliocladium catenulatum* J1446 qui entre en compétition avec les pathogènes des plantes en colonisant la surface des racines et en privant ainsi le pathogène de ses éléments nutritifs. De plus, il produit des enzymes qui dégradent les parois cellulaires des pathogènes, un phénomène appelé hyperparasitisme. On peut l'appliquer comme traitement du substrat ou par bassinage du sol pour lutter contre les maladies des racines, ou comme traitement foliaire contre *Botrytis*.

- Subtilex et BioTak contiennent *Bacillus subtilis* MBI 600, une bactérie d'origine naturelle qui colonise rapidement les racines des plantes en croissance. Elle produit une protéine antibiotique qui empêche *Pythium* spp., *Fusarium* spp. et *Rhizoctonia solani* de croître et de devenir pathogènes; elle agit par antibiose et compétition. Le fongicide biologique Subtilex est homologué pour l'incorporation commerciale dans les substrats sans sol Promix fabriqués par Premier Peatmoss. BioTak est un autre produit final homologué pour l'incorporation par les producteurs commerciaux dans leurs substrats à base de mousse de sphaigne avant la mise en terre.

- Cease et Rhapsody ASO contiennent la souche QST 713 de *Bacillus subtilis*, une bactérie d'origine naturelle répandue dont le mode d'action est semblable à celui de *Bacillus subtilis* MBI 600. Ces deux produits sont homologués pour la maîtrise partielle de la pourriture du collet et des racines causée par *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* et *Phytophthora* si on l'applique sous forme de bassinage aux plantes ornementales de serre et d'extérieur.

- Taegro contient la souche FZB24 de *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens;* il est homologué pour la maîtrise partielle de la flétrissure fusarienne du cyclamen si on l'applique au début du stade de plantule.

- Contans contient la souche CON/m/91-08 du champignon Coniothyrium minitans; il est homologué pour la maîtrise de l'activité de Sclerotinia sclerotorum (sclérotes) dans les cultures de fleurs coupées cultivées sur sol dans des serres et pour sa maîtrise partielle dans le cultures de fleurs coupées cultivées à l'extérieur. Ce biofongicide doit être appliqué au sol trois mois avant la date prévue de l'apparition de Sclerotinia dans une culture de fleurs sensible.

Pour les maladies foliaires :

- Actinovate SP est homologué comme fongicide biologique de contact pour la maîtrise partielle du blanc dans les cultures de gerberas cultivés en serre et en plein champ, ainsi que la verveine et les poivrons cultivés en serre; pour la maîtrise partielle de *Botrytis* sur les fraises de serre et cultivées en plein champ; et pour la maîtrise partielle du blanc sur les cucurbitacées et les tomates de serre et de plein champ. La matière active est la souche WYEC 108 de la bactérie Streptomyces lydicus qui colonise la surface des feuilles et entre en concurrence avec les pathogènes foliaires. Son mode d'action combine le parasitisme et la compétition. Pour obtenir une bonne maîtrise partielle du blanc, effectuer un traitement foliaire par pulvérisation à intervalle de 7 à 14 jours.

- PreStop WP est homologué comme biofongicide de contact destiné à des traitements foliaires pour la maîtrise partielle de *Botrytis*. Pour connaître son mode d'action voir la description de PreStop WP sous *Lutte biologique contre les maladies des racines,* ci-contre.

- Les biofongicides Rhapsody ASO et Cease contiennent la souche QST 713 de la bactérie *Bacillus subtilis*. Ces produits sont homologués pour la maîtrise partielle du blanc, de *Botrytis* et de plusieurs formes de tache foliaire chez plusieurs

espèces ornementales cultivées en serre et à l'extérieur. *Bacillus subtilis* produit des substances chimiques qui provoquent la dégradation de la membrane cellulaire des organismes pathogènes; il agit par parasitisme et compétition. La bactérie doit entrer en contact avec le pathogène en question. Elle l'empêche de coloniser le plant. La dose varie selon la pression exercée par la maladie. Le traitement doit être répété à intervalle de 7 jours.

- Regalia Maxx contient un extrait de la plante Reynoutria sachalinensis qui, lorsqu'il est appliqué sur les végétaux, renforce leurs mécanismes de défense naturels contre certaines maladies fongiques; il est homologué pour la maîtrise partielle du blanc causé par d'Oidium spp. sur les cultures ornementales cultivées en serre ou à l'extérieur.
- Cyclone contient des produits de fermentation de la souche LPT-111 de la bactérie *Lactobacillus caseii*; il est homologué pour la maîtrise partielle du blanc et des taches noires sur les rosiers cultivés en serre lorsqu'on l'applique par pulvérisation foliaire.

Les produits de lutte biologique à base de fongicides microbiens ou biorationnels, tout comme les pesticides, ne constituent pas une panacée contre les maladies des plantes. Les agents de lutte biologique ne sauraient remplacer de bonnes stratégies de gestion des cultures, et ils ne permettent pas d'éliminer complètement ces pathogènes.

Lutte chimique

Les pesticides sont appelés à demeurer une composante importante des programmes de lutte en serre. Cependant les producteurs devraient en surveiller de près l'utilisation pour les raisons évoquées plus haut relativement à la lutte biologique, et également aux fins de la prévention de l'apparition de résistances.

Résistance

La résistance est le résultat de l'adaptation évolutive d'une population à une dose de pesticide qui est létale pour la majorité de ses individus. C'est un caractère héréditaire qui se transmet donc aux générations suivantes. La résistance à un pesticide n'est pas un phénomène qui apparaît chez un individu à un moment de son cycle biologique; c'est un caractère préexistant chez un très faible pourcentage d'individus de la population (trop faible pour pouvoir être mesuré ou observé). Au fur et à mesure que les traitements font disparaître les individus sensibles, il se produit un accroissement du pourcentage d'individus résistants qui survivent, se multiplient et transmettent leur résistance à leurs descendants.

L'utilisation à mauvais escient ou trop fréquente d'un pesticide peut faire apparaître une résistance chez tout ravageur. Bien que l'homologation de nouveaux produits présente certains avantages, les producteurs ne doivent plus compter uniquement sur les derniers progrès de la chimie des pesticides. Les problèmes à long terme découlant de la résistance aux pesticides dépassent de loin en importance les avantages à court terme qu'un nouveau produit peut apporter si celui-ci est utilisé à mauvais escient.

Les programmes de gestion des résistances visent à réduire la pression que les pesticides exercent sur les populations. On peut réduire l'emploi des pesticides en diversifiant les méthodes de lutte. Il existe un certain nombre de moyens pour y parvenir, qui s'inspirent de la lutte intégrée. Les producteurs qui mettent en place des programmes de lutte intégrée, qui utilisent les bonnes techniques de dépistage, et qui appliquent les bons procédés culturaux et les bonnes méthodes de lutte biologique et physique pratiquent, de ce fait même, une gestion des résistances.

Insectes et acariens

Lorsqu'un programme de LI inclut des pesticides, la résistance se développe plus vite si on utilise pendant trop longtemps des pesticides appartenant au même groupe chimique (p. ex., organophosphorés, pyréthrinoïdes de synthèse et carbamates). La vitesse à laquelle une résistance apparaît dépend d'un certain nombre de facteurs. Elle peut apparaître en aussi peu que 1-2 ans ou en 10 ans selon divers facteurs, à savoir :

- le ravageur visé
- le produit utilisé
- les produits utilisés antérieurement dans la serre
- la fréquence d'utilisation du produit
- l'introduction de ravageurs provenant d'autres installations
- les stratégies de gestion des résistances qui sont en place

Pour ralentir le développement d'une résistance, alterner les groupes chimiques à intervalles de quelques semaines ou à des intervalles déterminés par la durée d'une génération de l'insecte visé. Voir le chapitre 8, *Activité, toxicité et application des pesticides,* p. 115, pour connaître la toxicité par groupe de produits. Mais avant tout, réduire l'utilisation des pesticides par la mise en œuvre d'un programme de lutte biologique bien rodé.

Maladies

Les fongicides sont les produits qui sont utilisés traditionnellement contre les maladies. On les utilise pour protéger des plants sains, pour traiter des plants infectés ou pour éradiquer des maladies. Il faut utiliser en alternance des produits ayant des modes d'action différents pour réduire les risques d'apparition d'une résistance. Cette rotation est de plus en plus importante parce que la plupart des fongicides récents ont un seul mode d'action et sont plus propices l'apparition de résistances. Ne jamais utiliser l'un après l'autre des fongicides appartenant à un même groupe chimique. Le numéro du groupe chimique est imprimé à l'avant de l'étiquette et figure au chapitre 10, tableau 10-2, *Pesticides homologués, par ennemi combattu*, p. 149. Dans la gestion des résistances, il est également crucial de freiner l'utilisation des fongicides et de rechercher d'autres méthodes de lutte. D'ailleurs un bon moyen de réduire le recours aux pesticides est de mieux comprendre et d'apprécier à leur juste valeur les pratiques culturales de lutte contre les malades.

Les pesticides doivent être utilisés de façon responsable et dans le cadre d'un programme plus large de gestion des résistances. Pour plus d'information sur l'utilisation des pesticides, voir le chapitre 8, *Activité, toxicité et application des pesticides*, p. 115.

Conditions de réussite de la lutte contre les maladies

Les mesures suivantes constituent les conditions de réussite de la lutte contre les maladies :

- Inspecter les cultures toutes les semaines dans le cadre d'un programme en bonne et due forme de dépistage des insectes, des acariens et des maladies. Cependant le programme de dépistage doit s'appuyer sur des inspections informelles effectuées quotidiennement (ou au moins deux fois par semaine); parcourir la ou les cultures pour assurer un dépistage précoce. Examiner le feuillage et les systèmes racinaires et, ce qui est tout aussi important, les réglages manuels et automatiques des paramètres environnementaux.
- La personne chargée du dépistage doit collaborer étroitement avec la personne chargée du calendrier et de la conduite des cultures. Idéalement, la personne qui effectue les travaux horticoles dans la serre devrait être celle à qui on confie le dépistage des maladies et la surveillance des paramètres ambiants. Dans de nombreuses exploitations, un employé devrait être affecté à ces tâches pour libérer le propriétaire-exploitant qui a d'autres préoccupations.
- L'exactitude du diagnostic (pathogène, insecte ou acarien) est cruciale. Si on n'a pas identifié correctement l'organisme en cause, il est impossible d'appliquer avec succès les stratégies de lutte culturale ou chimique. Pour les producteurs, ce sont les champignons du sol qui sont les plus difficiles à identifier. Ils peuvent envoyer des échantillons de sol à la Clinique de diagnostic phytosanitaire de l'Université de Guelph qui pourra poser un diagnostic plus précis. Pour plus de détails, voir l'annexe E, *Service de diagnostic*, p. 174. Pour certaines maladies bactériennes, fongiques et virales, il existe des trousses de diagnostic ELISA que les producteurs peuvent se procurer auprès d'Agdia Inc.
- S'appliquer à bien comprendre les maladies qui affectent les cultures que l'on produit. Le choix des stratégies de lutte et du moment de leur mise en œuvre devient alors partie intégrante d'un processus continu.
- À titre de propriétaire-exploitant, tenir des registres détaillés permettant de rapprocher les différents types de données sur les cultures, l'environnement, les insectes et les maladies, pour s'y référer quand un problème surviendra ou pour en faire l'analyse une fois la saison de croissance terminée.
- Noter aussi les conditions météorologiques pour pouvoir prévoir les problèmes. Par exemple, si l'été est frais, nuageux et pluvieux et que le système de chauffage central ne fonctionne pas, les conditions peuvent devenir propices au mildiou. Chez les producteurs de plants-mères de poinsettias, l'absence de chauffage d'appoint peut entraîner un

enracinement lent et inégal des boutures et une recrudescence de la pourriture à *Botrytis*. Pour ce qui est des insectes et des acariens, un été long et chaud sera propice à l'accroissement des problèmes causés par les tétranyques, et une vague de chaleur inhabituelle au début du printemps peut mener à un accroissement soudain du nombre de ravageurs tels que les thrips quelques semaines plus tard.

- Miser sur la prévention plutôt que sur les remèdes. Cette approche est cruciale dans tout système de production, mais en particulier dans les serres avec recyclage de la solution nutritive et sub-irrigation. De plus, comme les organismes pathogènes sont microscopiques, apprendre à prévoir les périodes où le risque d'infection est plus élevé. Lorsque les symptômes deviennent apparents, le pathogène est généralement présent depuis un certain temps et est devenu plus difficile à combattre.